

## Recomendações Técnicas para o Processamento da Tilápia



ISSN 0104-866X

Junho, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Meio-Norte  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## **Documentos 213**

### **Recomendações Técnicas para Processamento da Tilápia**

*Erika da Silva Maciel  
Juliana Antunes Galvão  
Lia Ferraz de Arruda  
Luciana Kimie Savay-da-Silva  
Maria Fernanda Calil Angelini  
Marília Oetterer*

Embrapa Meio-Norte  
Teresina, PI  
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Meio-Norte**

Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires  
Caixa Postal 01  
CEP 64006-220, Teresina, PI  
Fone: (86) 3089-9100  
Fax: (86) 3089-9130  
Home page: [www.cpamn.embrapa.br](http://www.cpamn.embrapa.br)  
Email: [sac@cpamn.embrapa.br](mailto:sac@cpamn.embrapa.br)

**Comitê de Publicações**

Presidente: *Rosa Maria Cardoso Mota de Alcantara*  
Secretário-administrativo: *Manoel Gevandir Muniz Cunha*  
Membros: *Humberto Umbelino de Sousa, Lígia Maria Rolim Bandeira, Igor Outeiral da Silva, Orlane da Silva Maia, Braz Henrique Nunes Rodrigues, João Avelar Magalhães, Laurindo André Rodrigues, Ana Lúcia Horta Barreto, Izabella Cabral Hassum, Bruno de Almeida Souza, Francisco de Brito Melo, Francisco das Chagas Monteiro, Marcos Jacob de Oliveira Almeida*

Supervisão editorial: *Lígia Maria Rolim Bandeira*  
Revisão de texto: *Edsel Rodrigues Teles*  
Normalização bibliográfica: *Orlane da Silva Maia*  
Capa e editoração eletrônica: *Jorimá Marques Ferreira*  
Foto da capa: *Fabíola Helena dos Santos Fogaça*

Organizadores: Juliana Antunes Galvão  
Fabíola Helena dos Santos Fogaça  
Jorge Antonio Ferreira Lara

**1ª edição**

1ª impressão (2012): 300 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Meio-Norte

---

Recomendações técnicas para o processamento da tilápia / autores, Erika da Silva Maciel ... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2012.  
65 p. ; 21 cm. - (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X ; 213).

1. Peixe de água doce. 2. Cadeia produtiva. 3. Rastreamento. 4. Processamento. I. Maciel, Erika da Silva. II. Série. CDD 639.31 (21. ed.)

---

© Embrapa, 2012

## **Autores**

### **Erika da Silva Maciel**

Educadora Física, D.Sc. em Ciências:  
Energia Nuclear na Agricultura e Meio  
Ambiente, CENA/USP, bolsista USP/  
ESALQ, Piracicaba, SP  
erikasmaciel@gmail.com

### **Juliana Antunes Galvão**

Bióloga, D.Sc. em Ciências: Química na  
Agricultura e Meio Ambiente CENA/USP,  
especialista em pesquisa, USP/ESALQ,  
Piracicaba, SP  
jugalvao@usp.br

### **Lia Ferraz de Arruda**

Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciências:  
Energia Nuclear na Agricultura e Meio  
Ambiente, CENA/USP, bolsista USP/  
ESALQ, Piracicaba, SP  
liaferraz2000@yahoo.com.br

**Luciana Kimie Savay-da-Silva**

Cientista de Alimentos, M.Sc. em Ciências: Ciência e Tecnologia de Alimentos, USP/ESALQ, técnica de laboratório USP/ESALQ, Piracicaba, SP  
kimie@usp.br

**Maria Fernanda Calil Angelini**

Nutricionista, M.Sc. em Ciências: Ciência e Tecnologia de Alimentos USP/ESALQ, Piracicaba, SP  
nandaangelini@hotmail.com

**Marília Oetterer**

Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciências: Ciência dos Alimentos, USP/SP, professora USP/ESALQ, Piracicaba, SP  
mariliaoetterer@usp.br

# Agradecimentos

À equipe do GETEPE – Grupo de Estudos e Extensão em Inovação Tecnológica e Qualidade do Pescado da ESALQ-USP.

À FINEP, à FAPESP, ao Capes e ao CNPq pelo financiamento dos vários projetos que deram suporte para o levantamento dos dados que permitiram a elaboração deste documento.

Ao Ministério da Pesca e Aquicultura/MPA e à Embrapa pelo financiamento do projeto AQUABRASIL, Projeto Componente "Aproveitamento Agroindustrial de Espécies Aquícolas".

A todos os colaboradores que contribuíram para a finalização das pesquisas e geração das informações técnicas contidas neste documento.

# **Apresentação**

A tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie bastante promissora quanto ao cultivo e deve garantir a disponibilidade de pescado em qualquer região do Brasil. Foi introduzida no Brasil em 1971, em açudes do Nordeste, e difundiu-se para todo o País. Seu cultivo está crescendo rapidamente, em função da sua rusticidade, da possibilidade de seu cultivo com baixos níveis de proteínas das rações, das elevadas taxas de crescimento que podem ser obtidas em diferentes regimes de criação, inclusive em altas densidades, da elevada resistência a doenças, da sua boa aceitação no mercado, em virtude da qualidade de sua carne, da excelente textura e paladar, do rendimento na filetagem e da ausência de espinhos intramusculares em seu filé. Em apenas três anos, sua produção dobrou e hoje, produz-se, aproximadamente, 132 mil de toneladas/ano.

Desse modo, este documento vai tratar exclusivamente da elaboração de um programa de rastreabilidade e das tecnologias aplicadas à depuração, desenvolvimento de produtos e embalagens e elaboração de coprodutos que contribuam para o estabelecimento da tilapicultura brasileira. Esse manual foi baseado nas pesquisas desenvolvidas pela equipe do GETEPE – Grupo de Estudos e Extensão em Inovação Tecnológica e Qualidade do Pescado da ESALQ-USP, com apoio da Embrapa, por meio do projeto AQUABRASIL.

*Hoston Tomás Santos do Nascimento*  
Chefe-Geral da Embrapa Meio-Norte

## Sumário

Rastreabilidade da cadeia produtiva da tilápia .....	11
Rastreabilidade na cadeia produtiva .....	14
Requisitos para a rastreabilidade .....	16
Sistemas de rastreabilidade na cadeia produtiva do pescado. ....	19
Considerações finais.....	24
Depuração na cadeia produtiva do pescado .....	25
A presença do <i>off flavour</i> e seu impacto na qualidade do pescado .....	25
Depuração como medida de prevenção e controle do <i>off flavour</i> ... ..	28
Considerações finais.. ..	32
Desenvolvimento de produtos com tilápia .....	34
Tilápia minimamente processada – produto de conveniência.. ..	34



<b>Desenvolvimento do produto de conveniência</b>	
<b><i>quenelles</i> à base de tilápia .....</b>	<b>37</b>
<b>Recomendações aos produtores .....</b>	<b>40</b>
<b>Considerações finais .....</b>	<b>40</b>
<b>Embalagem e rotulagem para produto rastreado de pescado .....</b>	<b>42</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>42</b>
<b>Rotulagem e rastreabilidade .....</b>	<b>43</b>
<b>Códigos de qualidade e o consumidor .....</b>	<b>46</b>
<b>Considerações finais .....</b>	<b>49</b>
<b>Elaboração de coprodutos a partir de resíduos da cadeia produtiva da tilápia .....</b>	<b>50</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>50</b>
<b>Necessidade de aproveitamento de resíduos do pescado .....</b>	<b>51</b>
<b>Exemplos de coprodutos de pescado .....</b>	<b>52</b>
<b>Hidrolisado Proteico de Pescado – HPP .....</b>	<b>52</b>
<b>Silagem de pescado .....</b>	<b>54</b>
<b>Considerações finais .....</b>	<b>57</b>
<b>Referências .....</b>	<b>59</b>

# **Recomendações Técnicas para o Processamento da Tilápia**

---

*Erika da Silva Maciel*

*Juliana Antunes Galvão*

*Lia Ferraz de Arruda*

*Luciana Kimie Savay-da-Silva*

*Maria Fernanda Calil Angelini*

*Marília Oetterer*

## **Rastreabilidade da cadeia produtiva da tilápia**

Atualmente, o mercado global está cada vez mais exigente no que concerne à qualidade alimentar do produto e às consequências ao ambiente relacionadas à sua produção. Em relação aos alimentos, a segurança é uma das características mais importantes para determinar a escolha do produto.

Os consumidores desejam transparência de condições e de métodos de produção, além de informações relativas à área onde a matéria-prima é obtida, no seu manejo, nas condições de cultivo, na qualidade sensorial e nos programas de qualidade utilizados durante o processamento.

A encefalopatia espongiforme bovina (BSE), popularmente conhecida como doença da vaca louca, abalou os alicerces da política de sanidade alimentar da Europa, colocando em dúvida a qualidade dos alimentos que são consumidos pela população. A rastreabilidade é uma forma de aumentar a confiabilidade no setor e conectar os diferentes elos envolvidos na cadeia produtiva, dos produtores aos consumidores (REGATTIERI et al., 2007).

Particularmente, a segurança alimentar é fundamental no setor de alimentos, uma vez que, anualmente, cerca de 7 milhões de pessoas são afetadas por doenças transmitidas por alimentos, tornando essencial a implantação da rastreabilidade essencial em um mundo globalizado (REGATTIERI et al., 2007).

A causa de muitos dos recentes problemas de segurança alimentar pode estar no setor de produção primária, embora só se manifestem no final da cadeia produtiva. Entre os perigos químicos existentes, destacam-se os resíduos de medicamentos veterinários, que podem representar riscos caso não sejam observadas as boas práticas de manejo, seja em função do uso exagerado e/ou indevido desses resíduos, seja do não cumprimento de seus períodos de carência. Demais perigos químicos, como os resíduos de pesticidas, a contaminação por micotoxinas e metais pesados, dentre outros, também representam risco à população.

Consequentemente, há a necessidade de localizar, por *feedback*, os responsáveis causadores pela contaminação do alimento e, então, agir corretivamente, retirando ou recolhendo do mercado todos os produtos que não são seguros. Isso exige a constante aplicação de Boas Práticas Agropecuárias (BPA), Procedimentos Padronizados de Higiene Operacional (BPHO), Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e da rastreabilidade.

Paradoxalmente, enquanto o País desponta como produtor de pescado cultivado, atividade com índice de crescimento jamais observado na produção de outros recursos alimentícios de origem animal no Brasil, a comercialização do pescado brasileiro sempre constituiu um entrave para o consumidor.

A produção da pesca e da aquicultura, em 2009, conforme dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), foi de 1.240.813 t, sendo a aquicultura responsável por 415.649 t. Entretanto, apesar do crescimento

acentuado da aquicultura brasileira nos últimos anos, em razão do aumento no consumo de produtos de origem indígena e portuguesa, o consumo *per capita* é de 9,6 kg/ ano (BRASIL, 2010a).

Há potencial para o incremento da produção de pescado brasileiro, nos quesitos quantidade e qualidade, para atender ao mercado interno e externo; porém, o setor pesqueiro brasileiro necessita implantar sistemas adequados e eficientes de controle de qualidade e de rastreabilidade.

Um sistema de rastreabilidade para o pescado brasileiro, além de ser uma ferramenta de extrema necessidade, é uma inovação tecnológica, visto que poucos países no mundo avançaram nesta direção. A rastreabilidade da cadeia produtiva do pescado nacional deverá, ao ser adotada, equiparar o Brasil a este contingente, fato que caracteriza o impacto tecnológico no setor.

O desenvolvimento de um sistema de rastreabilidade informatizado para o pescado brasileiro terá, dentro de poucos anos, elevada importância comercial por constituir um processo com agilidade e segurança que agregará valor à cadeia produtiva do pescado. É preciso acompanhar essa tendência, principalmente, por conta da importância desse mercado para a sociedade.

Em termos ambientais, a abrangência da rastreabilidade começa com o monitoramento das condições de produção (cultivo ou captura), passando pelo registro das operações de processamento, utilização integral do resíduo agroindustrial e controle das condições de comercialização, até que o consumidor final seja alcançado. O impacto social se reflete na possibilidade de diferenciar o produto advindo do aquicultor, gerando um banco de dados que gerencia cada etapa produtiva e que, futuramente, poderá ser certificado como produto de origem garantida por uma certificadora.

## **Rastreabilidade na cadeia produtiva**

O conceito de produto rastreado da origem ao consumidor não é um conceito contemporâneo. Muitas indústrias, por décadas, têm incorporado a rastreabilidade em operações de âmbito interno. Pode-se constatar este fato em empresas automobilísticas e de equipamentos eletrônicos, que são etiquetados com número de série e rastreados, permitindo que os diversos elos da cadeia produtiva sejam individualmente identificados. Todavia, a introdução da rastreabilidade no setor produtivo de alimentos é um conceito atual que continua a ganhar impulso, particularmente na Comunidade Europeia.

Em 1994, a Organização Internacional de Normalização definiu o primeiro conceito de rastreabilidade como "a capacidade para seguir a história, a aplicação ou localização de uma entidade através de informações previamente registradas" (ISO, 1994). Esse termo foi enunciado por meio da norma ISO 8402, que sofreu modificações até transferir todo o seu conteúdo em matéria de qualidade para a ISO 9000, como "a capacidade de rastrear os antecedentes, a aplicação e localização de uma entidade por meio de identificações registradas".

A rastreabilidade é definida pela União Europeia como a capacidade de detectar a origem e de seguir o caminho de um gênero alimentício, de um alimento para animais, de um animal produtor de gênero alimentício ou de uma substância destinada a ser incorporada em gêneros alimentícios. A definição também se aplica a alimentos para animais ou alimentos com probabilidade de o ser ao longo de todas as fases da produção, transformação e distribuição (CEN, 2002).

Esse conceito não inclui somente o principal requisito de ser capaz de localizar e identificar, fisicamente, o produto através da cadeia de distribuição, mas também ser capaz de prover informação sobre o que foi feito e o que aconteceu com os produtos e com o resíduo da cadeia produtiva.

A rastreabilidade não é uma forma de garantir a qualidade na produção de alimentos (ALFARO; RABADE, 2009), é um sistema de registro que objetiva identificar e localizar, rapidamente, produtos para o consumo humano ou animal, desde a sua origem até qualquer ponto dentro de uma cadeia alimentícia.

Todos os elos da cadeia produtiva devem manter documentos que comprovem o histórico de seus produtos e todos os envolvidos devem estar comprometidos. No caso da indústria de alimentos, o produtor é o primeiro envolvido na implantação da rastreabilidade, cuja tarefa é realizar a identificação de seus produtos.

É necessário que as empresas mantenham uma base de dados informatizada de todos os elos da cadeia de produção, principalmente da etapa de manipulação, fase do processo em que ocorrem mais perigos como, por exemplo, a contaminação por microrganismos que podem causar toxinfecções alimentares.

A rastreabilidade permite a localização de produtos e a determinação de origens e destinos. É essencialmente utilizada no recall e descarte, porém não é um sistema de controle de qualidade como a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle ou normas ISO. É o processo pelo qual se correlaciona de maneira clara e rápida o lote de insumo com o do produto terminado, bem como é localizado o lote de produto terminado nos pontos de venda.

A compreensão sobre essa nova realidade nesse processo de adequação do comércio internacional ao contexto globalizado do século XXI é o ponto de partida para o País assumir vantagens competitivas como fornecedor de alimentos no universo mundial (CONFERÊNCIA..., 2004). Fica evidente, portanto, que o esforço conjunto dos setores produtivos e do governo para implementar e viabilizar o processo de rastreabilidade é um passo fundamental para garantir ao Brasil uma posição de destaque no cenário internacional do agronegócio.

## Requisitos para a rastreabilidade

Todos os processos de produção, industrialização e comercialização de alimentos devem estar vinculados e voltados a oferecer alimentos inócuos. Esses processos devem ser implementados junto ao sistema de Garantia da Qualidade Total. Deve-se enfatizar, fundamentalmente, a educação sanitária das pessoas envolvidas no processo produtivo dos alimentos, assim como dos consumidores.

Uma tendência no comércio varejista é o desenvolvimento de processos de garantia de origem, com rígidos controles de qualidade, sanitários, técnicos e sociais, para o desenvolvimento de fornecedores em sintonia com as necessidades e os interesses das empresas varejistas (CLEMENTE, 2003).

A rastreabilidade funciona como um complemento no gerenciamento da qualidade; quando aplicada isoladamente não traduz segurança ao produto, nem ao processo. Deve estar agregada a outros sistemas de controle de qualidade, como o APPCC e códigos de boas práticas.

O APPCC é um processo que enfatiza e previne os riscos de contaminação alimentar por meio de medidas de controle e corretivas na indústria de alimentos. Esse sistema é parte integrante da norma Código Internacional de Práticas Recomendadas para Princípios Gerais de Higiene Alimentar, do *Codex Alimentarius*, como forma de garantir a inocuidade alimentar.

Outras ferramentas de qualidade, como as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e a ISO 9000, têm sido usadas normalmente na indústria de alimentos, enfatizando dessa forma a necessidade de utilização de um sistema efetivo de rastreabilidade.

Rastreabilidade aparenta ser um conceito relativamente simples; entretanto, o processo para criar um sistema de informação articulado com a origem de materiais, os processos e a distribuição é complexo, especialmente por conta da quantidade de produtos alimentícios que existem na feira global (THOMPSON et al., 2005).

A rastreabilidade não pode ser alcançada sem a integração vertical do conhecimento e requer a participação de todas as partes envolvidas na indústria de pescado, inclusive pescadores, processadores, atacadistas, transportadores e varejistas.

O primeiro passo para estabelecer um sistema documentado é, portanto, analisar todos os registros já existentes. Uma vez identificados os documentos e registros que trazem informações sobre os produtos, o próximo passo é verificar como o sistema atual vai permitir, efetivamente, a rastreabilidade do produto na empresa.

Os três tópicos cruciais ao sucesso de qualquer sistema de rastreabilidade são: (1) compatibilidade, (2) padronização de dados, e (3) definição de uma unidade de recurso rastreado (TRU – *traceable resource unit*).

Uma unidade de recurso rastreado (TRU) é definida como uma unidade de comércio – um peixe inteiro ou um lote de pescado. Essa unidade, invariavelmente, mudará durante o processamento e novas TRU devem ser nomeadas em cada passo de transformação e adição de ingredientes, sendo que a TRU inicial deve seguir cada peixe ou lote por todos os passos do processamento, distribuição e varejo. Este processo pode ficar complicado, especialmente durante o processamento, quando o produto pode incluir mistura de peixes ou lotes, ingredientes adicionais e processos diferenciados (THOMPSON et al., 2005).

Os termos "produto rastreado" (*product tracking*) e "produto localizado" (*product tracing*) têm significados diferentes. O primeiro refere-se ao registro de informação sobre os procedimentos por meio da cadeia alimentícia e a habilidade para identificar, em tempo real, onde o produto está e que processo sofreu. O segundo recorre à habilidade de seguir os processos de um produto acabado retornando para a sua origem.

A compatibilidade é o primeiro componente no sucesso de um sistema de rastreabilidade e se refere à capacidade do sistema em rastrear uma TRU



de um elo a outro; requer que todos os elos da cadeia sejam capazes de comunicar e transmitir dados eficientemente.

A habilidade de transmitir e receber dados não garante por si só a segurança da rastreabilidade, sendo somente um meio para obtê-la. Os avanços rápidos na tecnologia de informação (TI) e o aumento da compatibilidade dos sistemas operacionais disponíveis oferecem as ferramentas necessárias para aumentar a integração da informação vertical.

Protocolos unificados de transmissão de dados e novas aplicações computacionais estão disponíveis com a habilidade para carregar e baixar dados entre diferentes sistemas operacionais e bancos de dados (THOMPSON et al., 2005).

Uma vez que a compatibilidade tenha sido estabelecida, devem ser identificados os dados exigidos e implementados os padrões. A padronização de dados requer identificação de quais parâmetros, durante a manipulação, processamento e armazenamento, são importantes na preservação da identidade do produto e de seus atributos de qualidade.

Ruiz-Garcia et al. (2010) propuseram um modelo de implementação para um sistema de rastreabilidade por meio do registro das informações na *web*. O protótipo desenvolvido apresenta uma série de padrões que possibilitam precisão nas informações disponíveis desde a produção até a comercialização e distribuição. O sistema foi elaborado em linguagem simples e padronizada, para permitir a integração entre os diferentes elos da cadeia produtiva.

A análise dos sistemas de rastreabilidade existentes tem demonstrado que apenas algumas cadeias agroindustriais estão utilizando *softwares*. A integração da cadeia por conta das diferentes linguagens e dos diversos sistemas de registro tem se mostrado complexa (BECHINI et al., 2005).

A transmissão das informações para fins de rastreabilidade pode ser feita por meio de registros em papel ou, de forma eletrônica, por meio da transferência de arquivos, através de CD, *email* ou *site* na internet, ou ainda, código de barras e, mais recentemente, RFID – transmissão de dados ou identidades (ID) via frequência de rádio por meio de pequenos *chips* presentes na embalagem. Porém, é necessário também estabelecer limites de tempo para que essas informações estejam disponíveis à cadeia alimentícia, ao governo ou aos consumidores (THOMPSON et al., 2005).

Hsu et al. (2008) propuseram um sistema de rastreabilidade utilizando RFID na cadeia de fornecimento de peixes vivos. A etiqueta RFID foi colocada em cada peixe contendo informações da produção ao varejo, possibilitando aos consumidores, dessa forma, a identificação do histórico daquele indivíduo. As informações de rastreabilidade podiam ser adicionadas em um sistema disponível na *web* e acessível aos diferentes agentes do setor produtivo e também aos consumidores. O sistema mostrou-se eficiente para as exigências específicas dessa cadeia, sendo adaptável para pequenas e médias empresas.

### **Sistemas de rastreabilidade na cadeia produtiva do pescado**

A grande competitividade que as empresas do setor produtivo do pescado deverão enfrentar no contexto econômico atual torna necessário o desenvolvimento de vantagens competitivas que as diferenciem dos demais concorrentes.

A preocupação é a obtenção de produtos que sejam identificados por apresentarem qualidade superior. Essa identificação é feita por um conjunto de normas que permitem ao consumidor adquirir produtos com garantia de salubridade e inocuidade.

Alguns regulamentos já existentes e que estão ligados à rastreabilidade são a produção com responsabilidade e segurança, marketing, controle e legislação referentes aos produtos como embalagem, segurança, saúde e bem-estar animal.

Desde 1991, o Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), órgão do Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Divisão de Inspeção de Pescados e Derivados (DIPES), implantou o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) nas indústrias da pesca. Essa atividade é pioneira no Brasil (RUIVO, 1998).

A forma de trabalhar com o sistema, no Brasil, é dar a responsabilidade ao produtor, que faz o seu programa, aplica o sistema na sua indústria e o governo, por meio da DIPES, faz a auditoria. Esse sistema, sendo específico para cada fábrica e produto, faz com que o frigorífico prime por qualidade e possa competir no mercado externo. A frequência da inspeção estará na qualidade da empresa inspecionada (TORRES, 2004).

A indústria pesqueira é um setor comercial onde a rastreabilidade tem se tornado uma necessidade legal (BORRESEN, 2003). A União Europeia fez o primeiro movimento requerendo a rastreabilidade completa do pescado e dos produtos de pescado antes do ano 2005, inclusive dos importados. Embora os regulamentos dos EUA não designem rastreabilidade, eles contêm os conceitos fundamentais do sistema.

O setor produtivo precisa atender a um conjunto de normas legais e econômicas relativas à normalização de produtos, em busca de um tipo de pescado que o consumidor possa reconhecer e adquirir com garantia total de inocuidade e salubridade para, assim, conseguir transformá-lo em um produto com elevado valor agregado.

Em um sistema comercial globalizado, a falta de padrões internacionais dificulta a identificação da origem e a elucidação do histórico dos produtos

provenientes do setor pesqueiro. Além disso, justifica a preocupação do setor varejista, serviços de alimentação e consumidores com a segurança alimentar da cadeia produtiva do pescado, na busca da garantia da qualidade do produto final e de produtos advindos de cadeias sustentáveis (THOMPSON et al., 2005). Por esse motivo, e considerando que o consumidor de hoje possui maior nível cultural e, portanto, maior capacidade de busca de informações, é necessário regulamentar o setor em busca de ações que assegurem a rastreabilidade dos produtos pesqueiros.

A implementação adequada de sistemas de rastreabilidade pode trazer grandes benefícios à indústria pesqueira. A rastreabilidade deve respeitar as peculiaridades de obtenção do pescado, bem como levar em conta se o pescado é proveniente da pesca extrativa ou da aquicultura moderna. Assim, trata-se de conseguir que a origem do produto seja identificável, que possua as características de diferenciação desejadas a respeito de outros produtos, e que seja adquirido pelo consumidor final como produto seguro e saudável, respeitando a imagem de qualidade desejada.

Randrup et al. (2008) realizaram *recalls* simulados para avaliar a aplicação e a efetividade de sistemas de rastreabilidade em cinco países nórdicos. Os resultados revelaram baixo intercâmbio entre as etapas de produção sugerindo baixa conexão entre os setores da cadeia produtiva, apesar de as informações aparentarem estar facilmente acessíveis. Dessa forma, os autores concluíram que a cadeia produtiva do pescado nesses países não estava totalmente preparada para operações de *recall*. Somente com um sistema de rastreabilidade eficiente é possível a realização de um *recall* e a efetiva investigação das etapas que causaram problemas.

Os regulamentos sobre rastreabilidade exigem informações de todos os componentes da cadeia de suprimento de pescado, da "água ao prato". No entanto, existem dúvidas sobre quais informações específicas são exigidas de cada componente e como essas informações serão incorporadas nos

protocolos de rastreabilidade. Essa incerteza existe, em parte, porque a maioria dos programas de qualidade e sistemas de rastreabilidade apenas considera a rastreabilidade do produto após sua entrada na indústria. Outro aspecto é que os pescadores e criadores usualmente interagem pouco com a cadeia de pescado (CARVALHO, 2006).

Ainda, segundo Carvalho (2006), as três maiores questões sobre rastreabilidade que as indústrias de pescado enfrentam são as seguintes:

1. Que informações devem ser coletadas, mantidas e compartilhadas?
2. Como essas informações devem ser armazenadas para atender as demandas (incluindo a rapidez) de clientes e autoridades sanitárias?
3. Como coletar e armazenar informações de forma economicamente viável?

O sistema de rastreabilidade apresentado na Figura 1 foi desenvolvido para o pescado e buscou registrar todos os aspectos da cadeia. Nele foram usados códigos de barras e códigos seriados em contêineres de remessa, que possibilitaram identificar cada unidade de recurso e localizar cada entrega.

Além dessa, existem tentativas de implantação de sistemas de rastreabilidade no Japão e na Escócia. Nas Ilhas de Shetland, promove-se a rastreabilidade na cadeia do pescado instalando sistemas semelhantes em dez embarcações como parte do Projeto Pescado da Escócia (THOMPSON et al., 2005).

De acordo com os padrões do Tracefish para pescado capturado, a chave da operação de rastreabilidade de produtos pesqueiros é a rotulagem-tiquetagem em cada unidade de mercadoria comercializada, desde a matéria-prima até o produto final, com um único ID (número de identidade) (CEN, 2002). Essa informação é importante para a implementação da rastreabilidade, pois ter informações do princípio, da origem do produto, é básico para a efetiva atuação de um sistema de rastreabilidade (LIU, 2005).



**Figura 1.** Estrutura da cadeia de suprimentos na pesca e aquicultura.  
Fonte: Carvalho (2006) adaptada de AMR (2005) .

Quando o peixe é comercializado antes de chegar às plantas de processamento, no caso de embarcações que compram mercadorias de outras embarcações, o sistema de rastreabilidade pode deixar de ser seguro, pois por algumas vezes peixes advindos de diferentes embarcações podem acidentalmente se misturar até chegar às plantas de processamento (LIU, 2005).

A chave de um esquema de rotulagem eficiente é identificar cada unidade comercial (TRU) com um número de identificação (ID) único. Quando a TRU sofrer transformação, muito comum em unidades processadoras de pescado, é necessária a criação de nova TRU e novo ID. Essa informação permanece na unidade transformadora, mas deve estar disponível quando requerida, através de lei, com a finalidade de rastreabilidade, como no caso de um problema de segurança do alimento ou por acordo comercial.

## Considerações finais

Em curto espaço de tempo, não será mais possível comercializar o pescado sem que ele esteja inserido no sistema de rastreabilidade. Ações pontuais em todo o mundo mostram a tendência para unificação da legislação, também em função da globalização já vivenciada no comércio do pescado.

No Brasil, as peculiaridades são muitas, em função do tamanho do território, das diferentes práticas para captura – com a pesca artesanal predominante – e também da diversidade de espécies, fatos que dificultam a implementação de padronização em locais de difícil logística.

Para o camarão, sistemas de rastreabilidade comerciais estão sendo disponibilizados, na região Norte e Nordeste do País, e devem permitir a elaboração de produto qualificado para exportação.

No caso do pescado marinho de captura, há inúmeras dificuldades que impedem a implantação da rastreabilidade a curto prazo, uma vez que os elos da cadeia produtiva envolvem as embarcações, o transporte em terra, os locais de estocagem e varejo, entre outros. Em cada um desses pontos atuam participantes que originalmente não se reportam acima e abaixo do seu ponto de trabalho. Essa situação é diferente do pescado de cultivo, no qual há a participação de um único produtor, facilitando a implantação de sistemas de acompanhamento e rastreabilidade.

No caso da piscicultura e, particularmente, da tilapicultura, pesquisas têm sido feitas visando implementar um *software* de fácil condução para atender o produtor e auxiliá-lo a colocar um produto diferenciado no mercado. Parâmetros como a qualidade da água, as características do manejo pós-captura, a entrada na beneficiadora e a distribuição refrigerada até o consumidor em forma de produto de conveniência vêm sendo estudados em uma fazenda padrão no Estado de São Paulo por pesquisadores pertencentes ao GETEPE – Grupo de Estudos e Extensão em Inovação Tecnológica e Qualidade do Pescado da ESALQ-USP.

## Depuração na cadeia produtiva do pescado

### A presença do *off flavour* e seu impacto na qualidade do pescado

Sabe-se que os peixes, tanto de água salgada como de água doce, são suscetíveis à absorção de substâncias químicas presentes em seu ambiente natural. Porém, nota-se que a absorção é mais acentuada em pescado de água doce, porque a água, contendo as substâncias odoríferas, passa diretamente através de suas guelras, enquanto em pescado de água salgada a transmissão de odores é mais lenta, pois as guelras desses peixes apresentam menor permeabilidade (REINECCIUS, 1979).

O *off flavour* caracteriza-se pela presença de diferentes aromas nos peixes, designados popularmente como de algas (por associação), barro, gerânio, violeta, inseticida, remédio, formol, mofo, esgoto, dentre outros. Embora não tenham efeitos negativos em termos de saúde pública, essas alterações colaboram para diminuir a aceitação do pescado para consumo (PÁDUA, 1994).

A eutrofização das águas destinadas ao cultivo de organismos aquáticos traz problemas socioeconômicos que vêm se intensificando, sobretudo nos países em desenvolvimento, onde, em geral, não existe uma legislação específica e os aquicultores não estão sensibilizados pelos problemas gerados nessa esfera da atividade aquícola.

Especificamente, o problema crescente da ocorrência de *off flavour* em peixes cultivados pode ser mais um fator limitante para o desenvolvimento da aquicultura mundial (BIATO, 2005). Todo o empreendimento aquícola pode ser inviabilizado em função da baixa qualidade da água para o abastecimento do cultivo e da ocorrência de determinados compostos relacionados à eutrofização que podem gerar *off flavour* à carne de pescado (BOYD, 1998).



No Brasil, até há pouco tempo, os piscicultores não se preocupavam com a qualidade do peixe produzido. A produção era voltada quase que exclusivamente para atender à demanda de pescueiros, que apenas faziam exigências quanto à entrega do peixe vivo, em boas condições, e visualmente isentos de doenças e parasitos.

Com o atual declínio econômico da pesca recreativa e a necessidade crescente da industrialização, espera-se que se estabeleçam novos parâmetros que contemplem as exigências do mercado varejista e dos consumidores quanto à qualidade dos produtos de pescado, em especial o frescor e a padronização quanto ao sabor, textura e cor da matéria-prima. Os produtores que não se adequarem a essa nova condição sofrerão com a perda de competitividade e espaço.

A ocorrência de *off flavour* é mais frequente em peixes cultivados intensivamente em viveiros, onde os altos níveis de arraçoamento, e consequentemente, o acúmulo de nutrientes favorece a intensa proliferação de cianobactérias (*Oscillatoria* ssp., *Anabaena* ssp. e *Simploca* ssp.).

Esses organismos são responsáveis pela produção de geosmina (GEO), associadas ao sabor ou odor de terra ou de barro, e de 2-metil-isoborneol (MIB), responsável pelo sabor ou odor de mofo (Figura 2). Peixes cultivados em *raceways*, ou tanques-rede, também podem apresentar *off flavor*, dependendo da qualidade da água nesse sistema de produção. O *off flavour* causado pela absorção de GEO e MIB é o predominante em piscicultura intensiva (KUBITZA, 2000).

As cianobactérias são organismos fotossintetizantes que compõem o fitoplâncton de águas doces, salgadas ou salobras, podendo também ser encontradas no solo e em rochas. Pertencem à classe taxonômica *Cyanophyceas*, ocorrendo, preferencialmente, em ambientes aquáticos eutrofizados e com pouca ou nenhuma movimentação de correntes, caso de lagoas, reservatórios ou viveiros. Podem ainda se desenvolver em águas correntes desde que haja condições favoráveis para o seu desenvolvimento (BRANCO, 1986).

Algumas espécies produzem toxinas que, ao serem liberadas na água, podem provocar intoxicações em seres humanos, peixes e outros animais domésticos. Os peixes cultivados em viveiros onde há o predomínio de cianobactérias, quando não depurados antes do abate, podem apresentar alterações sensoriais significativas e determinantes para a sua rejeição por parte dos consumidores, causando graves prejuízos econômicos ao aquicultor (BRANCO, 1986).

A Figura 2 resume o processo de bioacumulação de compostos que conferem *off flavour* ao pescado.

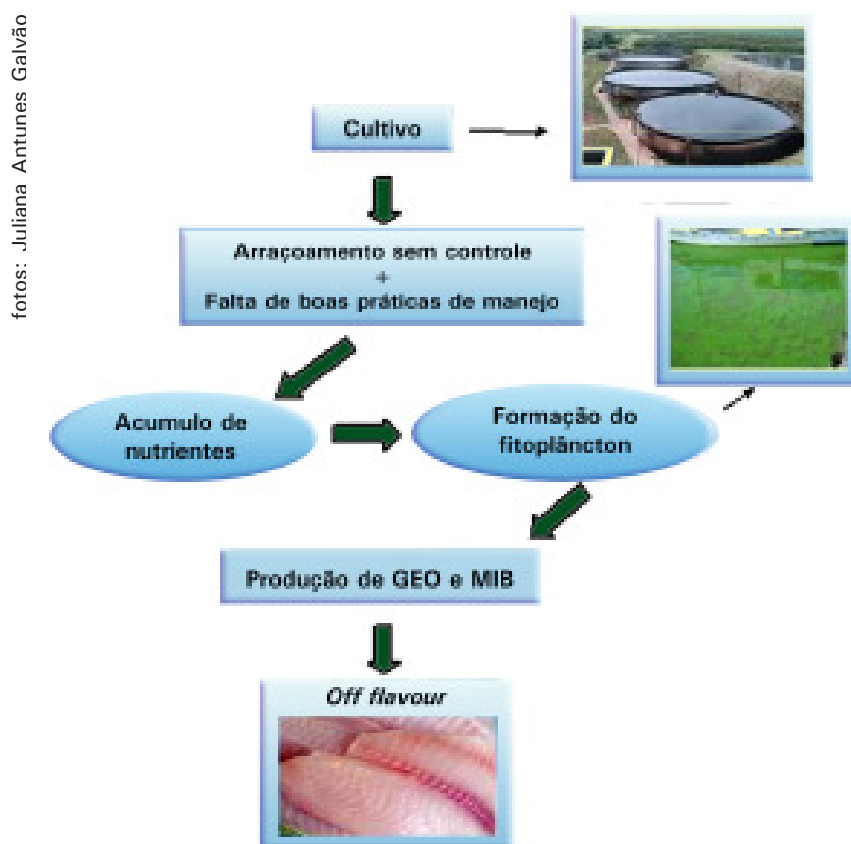


Figura 2. Bioacumulação de compostos que conferem *off flavour* ao pescado.

De acordo com a literatura disponível, 80% dos peixes com problemas sensoriais são rejeitados em razão do sabor e odor de barro que apresentam. Essa característica ocorre pela presença de MIB ou GEO (GRIMM et al., 2004).

O cultivo de tilápias em tanques-rede ou gaiolas vem crescendo consideravelmente no Brasil e em diversos países onde existem grandes reservatórios. Dentre muitas outras vantagens, em relação ao cultivo em tanques de terra, o cultivo de tilápias em tanques-rede geralmente apresenta menor incidência de *off flavour*, mas isso dependerá da qualidade da água (KUBITZA, 2000).

### **Depuração como medida de prevenção e controle do *off flavour***

Há muitos fatores que podem melhorar a qualidade dos peixes cultivados, como a seleção genética, a melhoria da alimentação, o controle do meio ambiente e a utilização de técnicas especiais de manejo.

Uma prática para melhorar a qualidade do pescado é a depuração, em que o pescado é deixado sem alimentação por determinado período de tempo. Para aumentar a eficiência desse processo, principalmente no caso de produção de peixes em tanques-rede, recomenda-se que eles sejam levados para tanques com sistema contínuo de circulação de água e com sistema de aeração, visando aumentar a quantidade de oxigênio dissolvido na água, antes do abate.

O tempo necessário de depuração para eliminação do *off flavour* irá depender tanto da qualidade da água de cultivo como da água utilizada no processo de depuração; sendo assim, para cada sistema de produção deve ser realizado um estudo específico para determinação desse tempo.

Para exemplificar a afirmação, Biato (2005) definiu 5 dias como melhor tempo de depuração para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) produzidas em tanques-terra. Savay-da-Silva (2009) afirmou que, em cultivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede nos quais a água utilizada apresente condições satisfatórias, 24 horas de depuração são suficientes para eliminar qualquer presença de *off flavour*.

Ainda não foram identificadas estratégias eficazes para evitar a ocorrência de GEO e MIB em peixes. No entanto, os produtores de catfish nos Estados Unidos adotaram as seguintes práticas:

• Sistema de produção com múltiplas colheitas e estocagem, possibilitando várias opções de viveiros para colheita seletiva em um mesmo momento.

• Avaliação sensorial (degustação) de amostras de peixes dos viveiros em condições de coleta. A autorização final para despesca depende do aval dos degustadores treinados.

• Coleta imediata dos viveiros com peixes sem *off flavour*. Por conta da característica transitória do *off flavour* em peixes, a despesca em viveiros com peixes com sabor indesejável é adiada até o restabelecimento do sabor adequado nos peixes.

A prática de depuração é comumente empregada para moluscos em várias regiões do mundo, com o objetivo de diminuir a carga microbiana da carne, através de tratamento da água por raios ultravioleta durante 48 horas. A prática é recomendada em razão de prováveis problemas de poluição e contaminação das áreas de cultivo. O processo é mais eficiente se houver água corrente que é recirculada por meio de filtros e quando se emprega tratamento com cloro, luz ultravioleta ou ozônio (CONNELL, 1975; MARTIN, 1988).

No caso do pescado cultivado de água doce, a prática de depuração é recomendada, particularmente, se o pescado foi criado em sistemas semi-intensivos e em tanques-rede, para eliminar o *off flavour* adquirido pela ingestão de algas, como as cianobactérias, e seus metabólicos.

A depuração de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas pela CESP – Companhia Energética de São Paulo – na represa de Ibatinga, no Rio Tietê, SP, foi testada em vários períodos (1, 2, 3, 4, 9 e 15 dias), mas só após 9 dias os peixes apresentaram qualidade sensorial para consumo, mas com significativa perda de peso (TORLONI et al., 1982).

É recomendada a despesca de peixes cultivados após efetuada a depuração, que pode ser feita com a transferência do pescado para tanques de alvenaria com água corrente e corte no fornecimento de qualquer tipo de alimentação, por tempo a ser determinado, dependendo da qualidade da água de cultivo e da flora do local (AYROZA, 1995).

Peixes expostos a MIB e GEO adquirem *off flavour* em poucas horas. No entanto, a eliminação destes compostos pode levar vários dias ou mesmo semanas. Peixes com *off flavour* podem ser depurados em tanques recebendo fluxo contínuo de água limpa.

O uso de tanques de depuração geralmente é restrito aos frigoríficos de pequeno porte por conta da necessidade de um considerável volume de água para depuração de grandes quantidades de peixes. A degustação prévia dos peixes prontos para a despesca pode poupar a necessidade de depuração, caso as amostras apresentem adequado sabor.

O tempo necessário para a depuração de peixes com *off flavour* depende de diversos fatores, como a temperatura da água nos tanques de depuração, o teor de gordura dos peixes e a intensidade inicial do *off flavour*. Embora o baixo teor de gordura no filé das tilápias possa

favorecer a rápida eliminação de compostos associados ao *off flavour*, o metabolismo reduzido sob baixas temperaturas pode exigir períodos de depuração de uma semana, ou mais, para o estabelecimento do sabor adequado (KUBITZA, 2000).

O ato de depurar provoca perda de peso dos peixes; cada espécie terá uma perda específica, e deve-se avaliar a mudança de peso na entrada da depuração e na saída para ser feita a compensação no preço de comercialização (SAMPAIO, 2005).

Por outro lado, a depuração é um processo que pode levar à diminuição da população microbiana e eliminação de parte das substâncias deletérias. A eficiência desse processo depende do tipo de tanque empregado e do tempo de depuração; da temperatura, turbidez, oxigenação, densidade dos peixes e salinidade da água; da espécie e condição fisiológica desta; do nível de contaminação inicial e tipo de microrganismo a ser eliminado.

Outro fator importante é a circulação da água do tanque, que evita a deposição de produtos fecais que poderiam recontaminar os peixes, além de resultar na queda dos níveis de oxigênio dissolvido na água (SOCCOL et al., 2005).

Ao utilizar o processo de depuração, os produtores podem agregar valor ao seu produto, pois podem oferecê-los isentos de *off flavor*, o que acaba incentivando o aumento de seu consumo. Ainda, garante-se a diminuição da presença de microrganismos deteriorantes e possíveis contaminantes, aumentando a vida útil dos produtos produzidos.

Na Figura 3 é possível observar o fluxograma de produção de filés de tilápia depurados e minimamente processados.



Figura 3. Fluxograma operacional da produção de tilápia depurada e processada.

### Considerações finais

A qualidade da água de cultivo é o ponto de partida para a produção de pescado com qualidade, pois é impossível produzir um produto de qualidade se a água não estiver dentro dos parâmetros exigidos pela legislação.

As boas práticas de manejo durante o período de cultivo e a qualidade da ração utilizada para engorda influenciarão a qualidade da água e, consequentemente, a qualidade da matéria-prima.

É necessário que se padronizem as etapas de produção e que seja realizado o controle dos processos. Assim, é possível obter qualidade satisfatória para os produtos e maior lucro, visto que os consumidores (clientes) estarão satisfeitos com os produtos adquiridos e poderão, assim, manter fidelidade em suas compras.

Evitar o aparecimento do *off flavour* implica um monitoramento correto; no caso, a depuração recomendada é uma ação de emergência para o caso de proliferação das algas em função de vários fatores, principalmente a eutrofização provocada pelo excesso de ração utilizada.

Nos dias de hoje, há preocupação generalizada por parte dos consumidores com relação aos quesito qualidade dos produtos a serem consumidos e respeito do impacto ambiental gerado durante a produção desses alimentos; o produtor tem que oferecer um produto de qualidade diferenciada para poder competir no mercado interno.

## **Desenvolvimento de produtos com tilápia**

Atualmente, o consumidor está cada vez mais exigente. Além de procurar por produtos que tenham qualidade e conveniência, busca alimentos que sejam seguros do ponto de vista microbiológico e sanitário.

Nesse contexto, são recomendados os produtos minimamente processados, que têm valor agregado, são atrativos ao consumidor, e, por consequência, aumentam o lucro do produtor, além de satisfazer as expectativas do consumidor para adquirir um produto de fácil e rápido preparo e que, também, apresente inocuidade, sendo que esta poderia ser garantida por um certificado de rastreabilidade de toda cadeia produtiva do produto.

Ainda seguindo a linha dos produtos de conveniência, as indústrias processadoras de pescado poderiam oferecer aos consumidores propostas mais ousadas, como, por exemplo, produtos elaborados com minced fish congelados, já em formatos definidos e prontos para serem usados em preparações mais sofisticadas, ou como guarnições e aperitivos.



Produtos tipo *quenelle* congelada são boas opções para atender essa faixa do mercado, pois podem ser fornecidos para empresas de fast food que, por sua vez, dispõem Do produto pronto para o consumidor diferenciado, que busca uma refeição rápida e nutritiva.

### **Tilápia minimamente processada – produto de conveniência**

Nos últimos anos o consumo mundial de pescado per capita aumentou principalmente em virtude da mudança de hábitos alimentares, ocorrida nas últimas décadas. A população mundial tem buscado uma alimentação mais saudável, com menor teor de gordura saturada, o que contribuiu para o aumento da demanda de carne de pescado.

A atenção dos consumidores está voltada aos alimentos de conveniência, aos atributos nutricionais, à extensão da vida útil e à segurança (BLISKA, 1997). Em todas as áreas produtivas, novos materiais e tecnologias surgem para propiciar o progresso tecnológico agroindustrial.

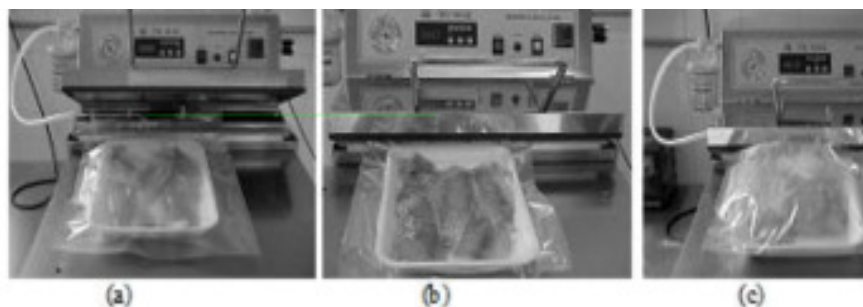
Com a globalização, houve a conscientização do consumidor para a escolha de alimentos seguros submetidos a tecnologias que controlem alterações físico-químicas ou microbiológicas nos alimentos, nutritivos e com aparência mais próxima aos naturais; ao mesmo tempo.

Para alcançar esses objetivos, é necessário que se utilizem processos tecnológicos menos severos, de tal forma que o produto seja exposto o mínimo possível a condições adversas, como é o caso dos produtos minimamente processados (VITALI, 1997).

A demanda dos consumidores por alimentos de alta qualidade, com características frescas ou naturais e que necessitam de uma preparação mínima, levou ao desenvolvimento de alimentos de conveniência prontos para consumo, conservados por tecnologias que trabalham com coadjuvantes.

Vários fatores contribuíram para o aumento de demanda por produtos minimamente processados. Dentre eles, a maior participação da mulher no mercado de trabalho é um ponto significativo, diretamente relacionado ao aumento do consumo de minimamente processados. De acordo com Hoffmann e Leoni (2004), a porcentagem da participação feminina na população economicamente ativa do país cresceu de 32,9%, em 1981, para 46,6%, em 2002.

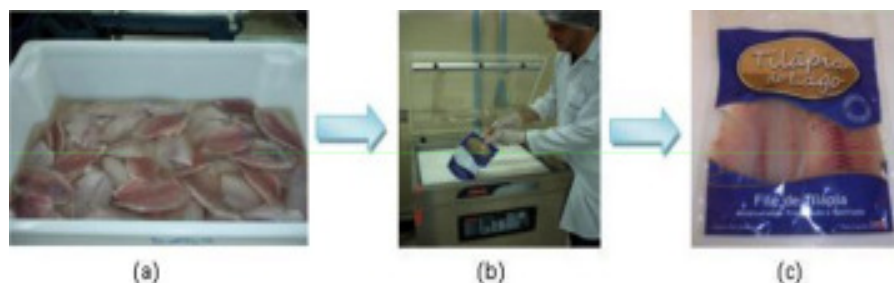
Para a obtenção de tilápias minimamente processadas, podem ser utilizadas embalagens sob atmosfera modificada (60% CO<sub>2</sub>/40% O<sub>2</sub>) na proporção 2:1 (gás/peixe) e embalagens a vácuo (etileno-álcool-vinílico - EVOH) (Figura 4) (SOCCOL et al., 2005).



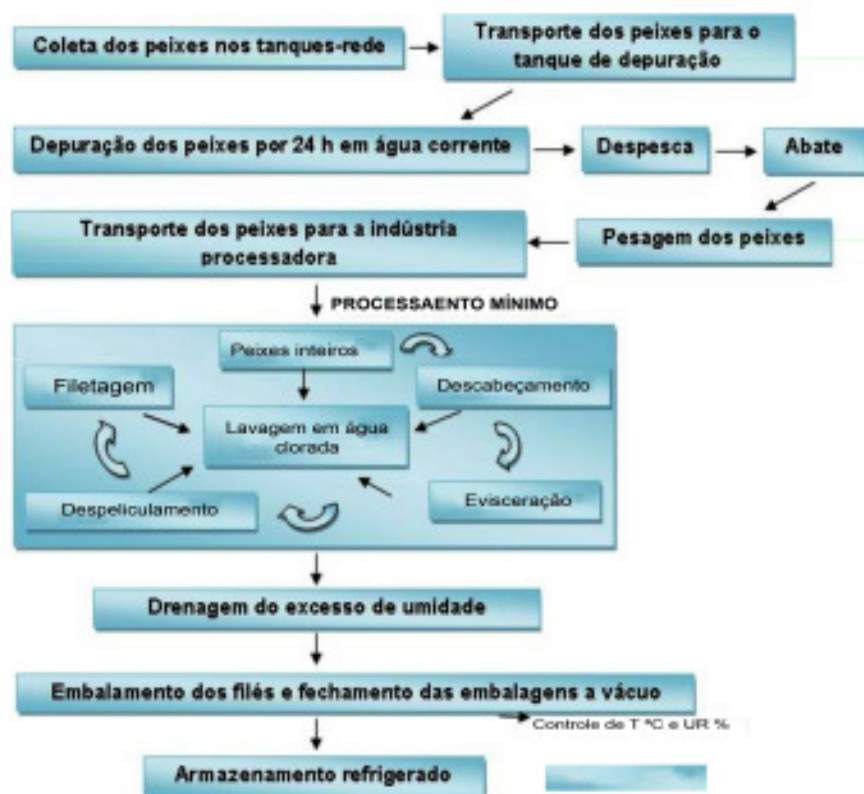
**Figura 4.** Selamento térmico inicial da embalagem sob ar atmosférico (a); evacuação do ar da embalagem (b); injeção da mistura gasosa na embalagem (c).

O tratamento a vácuo, se precedido pelo processo de acidificação dos filés com ácido acético a 1%, poderá colaborar para o aumento da vida útil de filés de tilápia, permanecendo armazenadas sob refrigeração a 11 °C, durante 21 dias (Figura 5) (Savay-da-Silva, 2009). No entanto, as características sensoriais do produto podem ser alteradas, como por exemplo: descoloração dos filés e aroma predominante de vinagre pela acidificação necessária para prolongar a vida útil.

O fluxograma de obtenção de filés de tilápias minimamente processados pode ser visto na Figura 6 (SAVAY-DA-SILVA, 2009).



**Figura 5.** Processo de acidificação de filés de tilápia (solução de ácido acético 1 %) (a), embalagem (b) e produto pronto para comercialização (c).



**Figura 6.** Fluxograma da produção de filés de tilápia minimamente processados.  
T °C = Temperatura, UR % = umidade relativa do ar.

## **Desenvolvimento do produto de conveniência quenelles à base de tilápia**

Durante o processo de filetagem da tilápia, são produzidos cerca de 65% de resíduos, dos quais partes comestíveis das carcaças podem ser utilizadas para produção da carne mecanicamente separada (CMS) (MARENGONI et al., 2009).

O processamento do pescado tem a finalidade de escoar a produção, regularizar a comercialização, prolongar sua vida útil, mantendo a qualidade e o sabor, e oferecer formas seguras de ingestão do produto, minimizando e inibindo a ação microbiana. Os segmentos de transformação e de distribuição da cadeia produtiva são compostos pelas indústrias de pescado e os entrepostos, intermediários, feiras livres, supermercados, peixarias e ambulantes, encerrando-se no consumidor (OETTERER, 2002).

A evolução do novo estilo de vida teve como consequência a redução de tempo disponível e o aumento da alocação de renda para pagar mais por produtos convenientes e parcialmente preparados (SAMS, 2001).

Com o potencial da aquicultura e, especialmente, da tilapicultura, surge a necessidade de expandir a comercialização dos produtos desse segmento para além da filetagem, desenvolvendo produtos que aproveitem, inclusive, o resíduo do processamento para a fabricação de novos produtos.

O *minced*, como matéria-prima, possibilita a criação de inúmeras preparações, como os *nuggets*, *fishburgers*, análogos e *quenelles*, entre outros, que agregam valor à matéria-prima e atendem às necessidades de praticidade, conveniência e valor nutritivo, promovendo o consumo do pescado.

O potencial produtivo, valor nutritivo e facilidade para processamento permitiram a muitos pesquisadores elaborar novos produtos com a tilápia. Paralelamente, o consumidor moderno tem mostrado interesse no pescado

em geral e a indústria processadora vem se empenhando em oferecer novas opções, mediante as facilidades de disponibilidade de ingredientes e embalagens no mercado. Novos produtos ampliam as opções e atraem o consumidor.

Na gastronomia, o produto *quenelle* tem origem alemã e deriva de *knödel*. Este, por sua vez, vem do anglo-saxão *knyll*. Os termos descrevem uma massa moldada e significam “moído” (GOMENSORO, 1999).

Na Figura 7, observa-se o fluxograma de produção de *quenelles* à base de tilápia.



Figura 7. Fluxograma da produção de *quenelles* de tilápia.

Conforme análises realizadas no produto, uma porção de 40 g apresenta baixo valor energético, uma vez que contém gorduras totais da ordem de 2,84 g e 2,1 g de carboidratos, com teor proteico significativo de 5,64 g, quando comparado aos demais produtos desse tipo existentes no mercado. O produto contém ainda ferro e vitamina A na sua composição (ANGELINI, 2010).

Em razão da manutenção da qualidade significativa do produto nos atributos sensoriais e físico-químicos, pode-se considerar bem sucedida a intenção de desenvolver esse novo produto de conveniência a com base na tilápia, sendo promissor para atender as tendências do mercado e colaborar para o aumento do consumo do pescado.

### **Recomendações aos produtores**

Para que o produto final possua qualidade sanitária e sensorial, é necessário que a matéria-prima tenha boa procedência e que o processamento seja realizado em locais adequados, em conformidade com a legislação. Além disso, o processamento e o armazenamento devem ser feitos de forma padronizada sob parâmetros definidos em um programa de controle de qualidade adaptado a cada empresa e processo. O ideal é que haja o acompanhamento por um técnico especializado e o registro do estabelecimento nos órgãos de fiscalização governamentais.

A tilápia como matéria-prima de qualidade é fundamental para agregar valor ao produto final. O desejável é que seja realizado o monitoramento da qualidade da água e do peixe. Esse controle é possível em um sistema de cultivo, assegurando a rastreabilidade em toda a cadeia de produção e levando ao consumidor um produto excelente, diferente da comercialização que vem sendo praticada para espécies de captura.

## **Considerações finais**

A diversificação de produtos pelas unidades processadoras é uma forma de atender diferentes mercados consumidores e aumentar a lucratividade da empresa. A produção de filés minimamente processados atinge um público que busca alimentos de conveniência e com aspectos de frescos ou naturais, que necessitem de uma preparação mínima.

A elaboração da *quenelle* pode atender o mercado de *fast food* e de produtos de conveniência. Apresenta também um apelo ambiental, pois com a utilização da carne ainda presente na carcaça em decorrência da filetagem e o melhor aproveitamento da proteína advinda do pescado, diminui consideravelmente a quantidade de resíduo orgânico gerado que seria descartado.

O desenvolvimento de produtos e embalagens para o pescado é uma das atividades desenvolvidas pelos pesquisadores pertencentes ao GETEP – Grupo de Estudos e Extensão em Inovação Tecnológica e Qualidade do Pescado, da ESALQ-USP, sendo que todas as inovações poderão ser rastreadas e visam à sustentabilidade da cadeia produtiva do pescado.

## Embalagem e rotulagem para produto rastreado de pescado

### Introdução

**A produção média mundial de pescado e de produtos de pesca no ano de 2006** foi de 143.648 t (em peso vivo); desse total, 76,8%, que representam 110.359 t, foram destinados à alimentação humana e 23,2%, equivalente a 33.288 t, a outros fins. Levando-se em consideração a média da população mundial, o consumo *per capita* foi de 16,4 kg de pescado por ano.

Entretanto, observou-se uma diferença significativa entre os valores per capita consumidos quando algumas classificações foram analisadas. Verificou-se, por exemplo, um consumo 23,9 kg de pescado/pessoa/ano em países ou áreas desenvolvidas; 27,3 kg em países industrializados; 11,9 kg em países com economias em transição; 14,4 kg em países ou áreas em desenvolvimento; e 13,8 kg em países de baixa renda com falta de alimentos.

A América do Sul se enquadrou em um consumo de 8,5 kg per capita e o Brasil com 6 kg (FAO, 2009), valor muito menor do que os 36,5 kg de carne bovina consumidos por ano pelos brasileiros (TUPY, 2003).

No Brasil, de acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), a produção de pescado entre 2003 e 2009 teve um crescimento de 25,2%, atingindo 1.240.813 t no último ano (BRASIL, 2010a).

O consumo *per capita* em 2009 foi de 9,03 kg/ano, valor abaixo do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que preconiza 12 kg/ano. Porém, apresentou ligeiro crescimento quando comparado ao consumo de 2003, correspondente a 6,46 kg/habitante/ano, o que representa 40% de crescimento nos últimos sete anos. O consumo per capita aparente é calculado com base no levantamento da produção



nacional, incluindo as importações e excluindo as exportações. O número total resultante dividido pela população nacional (BRASIL, 2010b).

Entretanto, há evidências que indicam que o baixo consumo de pescado por brasileiros pode estar relacionado à má comercialização, ao preço elevado e a hábitos culturais (OETTERER, 2002). A oferta de produtos de conveniência que possam ser rastreados deve colaborar para o aumento do consumo.

### **Rotulagem e rastreabilidade**

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os alimentos embalados devem apresentar informações gerais de identificação do produto, tais como nome do produto, ingredientes que o compõe, quantidade em grama ou mililitros, prazo de validade e identificação da origem.

O rótulo é definido como toda inscrição, legenda, imagem, matéria descritiva ou gráfica, escrita, impressa, estampada, gravada em relevo, litografada ou colada sobre a embalagem do alimento (ANVISA, 2001, 2005).

Os rótulos alimentícios vêm sendo utilizados como um dos fatores que podem influenciar as escolhas alimentares das pessoas, principalmente como fonte de informação nutricional aos consumidores ((BORGMEIER; WESTENHOEFER, 2009; CELESTE, 2001).

O desenvolvimento do rótulo para o pescado é uma necessidade no mercado nacional. Enquanto a embalagem visa à manutenção da qualidade do produto, o rótulo proporciona o acesso ao consumidor das informações que o auxiliarão a decidir sobre a compra, além de facilitar o processo de fiscalização e controle da cadeia produtiva.

A legislação vigente no Brasil preconiza que no rótulo de alimentos devem constar o valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, saturadas e trans, fibra alimentar, sódio, outros minerais e vitaminas para uma determinada porção, bem como sua porcentagem correspondente aos valores diários de uma dieta com 2.000 kcal (ANVISA, 2001, 2005).

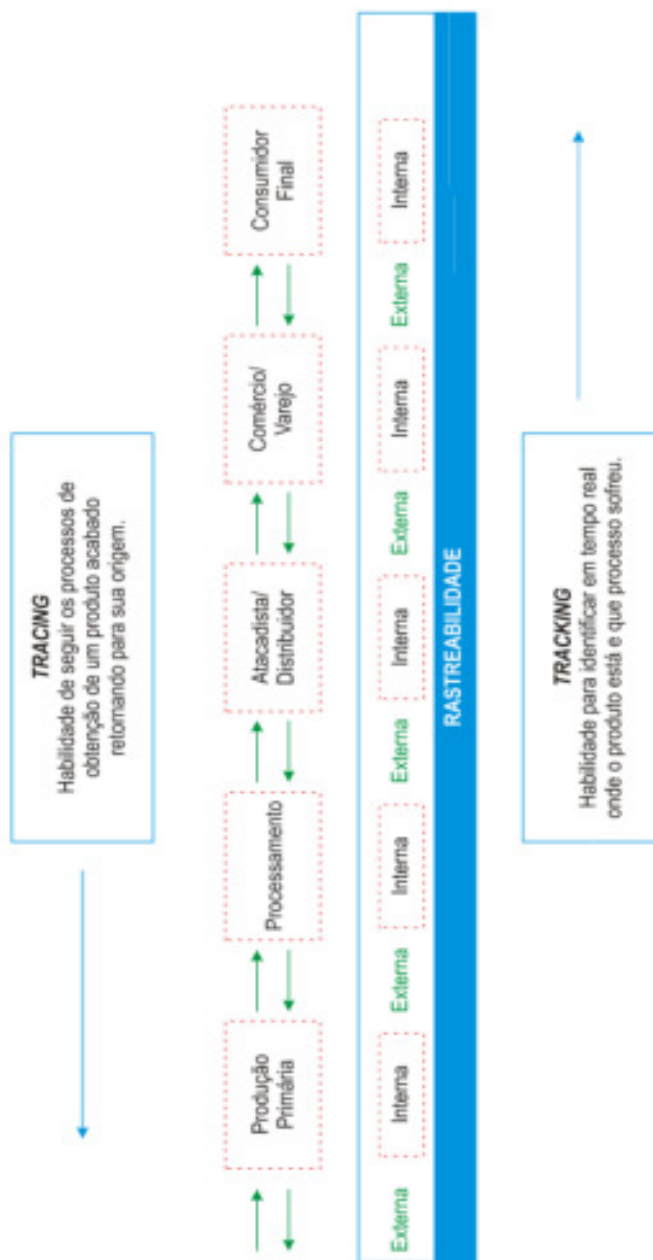
O rótulo é mais que um identificador de origem, composição e características nutricionais; atualmente, passa a ser também uma ferramenta que auxilia o rastreamento da cadeia de produção (CAMARA et al., 2008).

Dessa forma, a rastreabilidade do alimento apresenta-se como uma tendência de mercado; entretanto, não pode assegurar por si a manutenção da qualidade do produto. Ela precisa ser aplicada juntamente com outras ferramentas de qualidade como as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Análises de Pontos Críticos de Controle (APPCC).

Os princípios gerais e as exigências de rastreabilidade e segurança na alimentação humana e animal são estabelecidas pelo regulamento europeu nº 178/2002, que esclarece que o sistema deve ser capaz de detectar, acompanhar e identificar de forma unívoca um lote de pescado ou produtos da pesca em todas as fases da produção, transformação e distribuição (SCHRÖDER, 2008).

Contudo, para que a rastreabilidade seja eficiente, é necessário identificar também quais processos o produto sofreu, quais matérias-primas foram introduzidas nesse processo, bem como a procedência destas (RANDRUP et al., 2008).

Na Figura 8 estão apresentadas as ações envolvidas na cadeia de abastecimento submetida à rastreabilidade.



**Figura 8.** Rastreabilidade em uma cadeia de abastecimento.  
Fonte: Randrup et al. (2008) adaptada pelas autoras.

## Códigos de qualidade e o consumidor

No contexto de segurança do alimento, a implementação de sistemas eletrônicos para rastreabilidade tem se mostrado muito importante, pois permite o controle de toda a cadeia, monitorando, inclusive, as condições ambientais pelas quais o alimento passou (CARTASEGNA et al., 2010).

A rastreabilidade pode ser associada ao uso de novas tecnologias. Nesse sentido, há vários métodos de gravação, ligação e fornecimento de informações: em papel, sistema de codificação de barras ou o uso de *Radio Frequency Identification* (RFID) (SCHRÖDER, 2008).

Dentre os códigos mais utilizados para controle da cadeia produtiva, há o código de barras, que é uma ferramenta de identificação automática, disponibilizada com várias aplicações. É constituído de barras de vários tamanhos e larguras dispostas de maneira que possam ser lidas e decodificadas por um leitor óptico (BARBOSA NETO; CAMPOS, 2008).

Os códigos bidimensionais (QR Code), ou Código de Barras em duas dimensões, cuja leitura é feita por meio de celulares, são hoje rotina na Europa, no Japão, na Coreia e na China; esses códigos possuem a capacidade de armazenar maior número de dados sobre o produto oferecido, permitindo ao consumidor obter informações mais precisas (CHAVES, 2009). O QR significa *Quick Response*, pois o código pode ser interpretado rapidamente, mesmo com imagens de baixa resolução, feitas por câmeras digitais em formato *Video Graphics Adapter* (VGA), um padrão de vídeo como o dos celulares (KAN et al., 2009; REGATTIERI et al., 2007).

Esse tipo de código suporta cerca de 4.300 caracteres contra 50 do código convencional e permite incluir vários itens referentes ao serviço ou à mercadoria, tais como, preço, validade, peso, origem, valor nutricional, hora de saída da fábrica, oscilação de temperatura, entre outros.

Nesse sentido, a rastreabilidade, associada ao uso de ferramentas tecnológicas como o QR Code, pode ser a resposta para o comércio seguro de alimentos, pois pode fornecer maior número de informações e transparência em cadeias complexas, como no caso do pescado e, conseqüentemente, pode garantir a qualidade e a segurança nos produtos (SCHRÖDER, 2008).

A embalagem e a rotulagem apresentando os códigos necessários à rastreabilidade de tilápias minimamente processadas refrigeradas e embaladas a vácuo e desenvolvidas por Maciel (2011) podem ser observadas na Figura 9. A rotulagem do alimento deve ajudar o consumidor a realizar sua escolha em relação ao produto (BORGMEIER; WESTENHOEFER, 2009).

A rastreabilidade vem se tornando um padrão em toda a indústria agroalimentar, em grande parte impulsionada pela demanda por transparência dentro da cadeia produtiva. Entretanto, a rastreabilidade não pode ser implementada sem outros mecanismos de controle de qualidade (YORDANOV; ANGELOVA, 2006).

Além de permitir o *recall* de produtos, controlar a cadeia de produção e acompanhar seu processo, a rastreabilidade também pode prover informação aos consumidores sobre a sustentabilidade do recurso, uma vez que este tipo de preocupação, não relacionada exclusivamente à segurança do alimento, está ganhando importância nas cadeias de produtos agropecuários (THOMPSON et al., 2005).

Iniciativas que visem assegurar a qualidade do pescado são importantes, inclusive para aumentar o consumo interno que ainda se encontra abaixo do recomendado pela FAO, embora tenha sido observado um crescimento de 6,46 kg para 9,03 kg por habitante/ano entre 2003 e 2009 (BRASIL, 2010b). O preço elevado e a má qualidade ainda são os grandes entraves do consumo de pescado no Brasil (WIEFELS et al., 2005).



Figura 9. Embalagem com detalhes contendo o produto rastreado Filé de Tilápia Minimamente Processado (MACIEL, 2011).

## **Considerações finais**

O aumento pela demanda de produtos da pesca tem favorecido o desenvolvimento de tecnologias para sua rastreabilidade.

Iniciativas que visem assegurar a qualidade do pescado são importantes; o maior volume de informação fornecido ao consumidor em relação ao produto e o fornecimento de informações relacionadas não somente à marca, mas também à tecnologia de fabricação do alimento e a sua origem, são fatores que tendem a modificar o comportamento do consumidor no momento da escolha e do consumo do produto, aumentando o consumo interno.

Pesquisas em andamento na ESALQ-USP pelos membros do Grupo de Estudos e Extensão em Inovação Tecnológica e Qualidade do Pescado (GETEPE) têm buscado desenvolver os produtos e as embalagens a serem disponibilizadas ao setor produtivo, via transferência de tecnologia.

## **Elaboração de coprodutos com base em resíduos da cadeia produtiva da tilápia**

### **Introdução**

Estima-se que um terço do total da produção mundial de pescado não é empregada para o consumo direto na alimentação humana, e sim na elaboração de subprodutos de pescado. Anualmente, mais de 50% dos resíduos do processamento da pesca mundial (mais de 120 milhões de toneladas), como ossos, pele, nadadeira, vísceras e cabeça são descartados.

A tilápia é a segunda espécie de maior importância na aquicultura mundial e a primeira em volume de produção no Brasil (ANVISA, 2005), com boa aceitação no mercado consumidor, destacando-se no cultivo por apresentar crescimento rápido. A produção mundial de tilápia, em 2010, deverá alcançar o patamar de 3 milhões de toneladas; a produção de 2007 atingiu 2,6 milhões de toneladas (FITZSIMMONS, 2009).

Unidades processadoras de filés de tilápia têm se instalado no Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, aumentando o volume de resíduos não aproveitados. No processamento para obtenção de filés frescos ou congelados, o rendimento médio, em filé, é de 30% aproximadamente, apresentando 70% de resíduos (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006).

A disposição indiscriminada do resíduo no solo pode causar poluição do ar, pela exalação de odores, fumaça, gases tóxicos ou material particulado, poluição das águas superficiais em razão do carreamento de resíduos pela ação das águas de chuva, além de poluição do solo e das águas subterrâneas pela infiltração de líquidos.



O ideal seria utilizar a matéria-prima em toda sua extensão evitando a própria formação do resíduo, ou então minimizá-los e recuperar os subprodutos.

Culturalmente, o resíduo é mal aproveitado e, portanto, não é valorizado. O aproveitamento das sobras comestíveis das operações industriais pode minimizar o problema da poluição ambiental e diminuir os custos dos insumos e até mesmo da matéria-prima em questão.

Além disso, o mercado global está cada vez mais exigente no que concerne à qualidade alimentar do produto e às consequências ao ambiente relacionadas à sua produção. Surgiram novos fatores de diferenciação de produtos com preferência crescente para aqueles oriundos de cadeias produtivas ambientalmente corretas, socialmente justas e economicamente viáveis. A maior justificativa, porém, é de ordem nutricional, pois o resíduo de pescado é uma fonte de nutrientes de excelente qualidade e baixo custo.

Todo esforço deve ser feito para aumentar o consumo humano de pescado, mas sempre haverá quantidade de peixes, moluscos, crustáceos e outros que são tidos como inadequados ou que estão em excesso em relação à capacidade de processamento.

É de suma importância o desenvolvimento de novas tecnologias com vistas à utilização desse material, preferencialmente, na alimentação humana. Há registro de pesquisas conduzidas com esse objetivo, mas, enquanto o fato não se efetiva, o caminho mais curto seria reverter essas perdas, transformando os resíduos em coprodutos.

## **Necessidade de aproveitamento de resíduos do pescado**

O aumento da produção de resíduos vem provocando impactos ambientais, pois a taxa de geração é muito maior que a taxa de degradação; dessa forma, é cada vez mais necessário reduzir, reciclar e reaproveitar, com o objetivo de recuperar matéria e energia.

Pode-se pensar no melhor uso da matéria prima e do produto final, ou no desenvolvimento de novos produtos que utilizem resíduos líquidos e sólidos no preparo. A indústria do pescado representa um vasto potencial, pois seus descartes podem ser transformados em produtos com aproveitamento mercadológico.

O resíduo oriundo da produção brasileira de pescado, cerca de 50% do peso do peixe inteiro, poderá ser transformado em silagem, em hidrolisados, em farinha para consumo animal ou humano e em óleo para produção de tintas, vernizes, alimentação animal, suplementos alimentares, energia e acabamento de couros, entre outros.

Uma justificativa de ordem nutricional para o aproveitamento dos resíduos relaciona-se ao fato de o resíduo de pescado ser uma fonte de nutrientes de baixo custo. Assim, muitos estudos têm sido realizados para utilizar as grandes quantidades de proteína, óleo, minerais, provenientes do resíduo da cadeia produtiva do pescado reduzindo o impacto ambiental e aumentando a rentabilidade da indústria.

No aproveitamento desse tipo de matéria-prima de alta qualidade podem ser obtidos diversos produtos, inclusive utilizando a pele do pescado para a elaboração de utensílios e artefatos de couro (SOUZA, 2004), farinha (BOSCOLO et al., 2004), hidrolisados proteicos, silagem ou o óleo de peixe (ARRUDA et al., 2007, 2009; BORGHESI et al., 2008), os quais podem ser utilizados como alimentos alternativos na nutrição animal. A obtenção de biodiesel do óleo descartado de pescado pode constituir uma fonte de energia alternativa.

## **Exemplos de coprodutos de pescado**

### **Hidrolisado Proteico de Pescado - HPP**

A procura por ingredientes alternativos para a formulação de rações para aquicultura é crescente, uma vez que a maioria das iniciativas de produção aquícola em águas brasileiras utiliza ração contendo farinha de peixe importada, de alto custo e com uma logística difícil quanto ao abastecimento.

Uma alternativa de grande potencial é o aproveitamento dos resíduos do processamento, como hidrolisados proteicos, que apresentam alta qualidade proteica e excelente fonte nutricional.

Hidrolisados podem ser definidos como proteínas que são clivadas em unidades peptídicas de vários tamanhos, mediante processo proteolítico enzimático em que enzimas atuam com catalisadores biológicos acelerando a hidrólise. Basicamente, os hidrolisados são obtidos por três métodos: hidrólise alcalina, enzimática e ácida (ZAVAREZE et al., 2009).

A principal aplicação de HPP nos alimentos é como flavorizante de sopas e análogos de marisco. Já nas rações, são empregados principalmente como substitutos do leite no desmame de bezerros e leitões e como elementos atrativos em rações para peixes. Um mercado interessante seria sua aplicação como estimulante do apetite em rações para gatos.

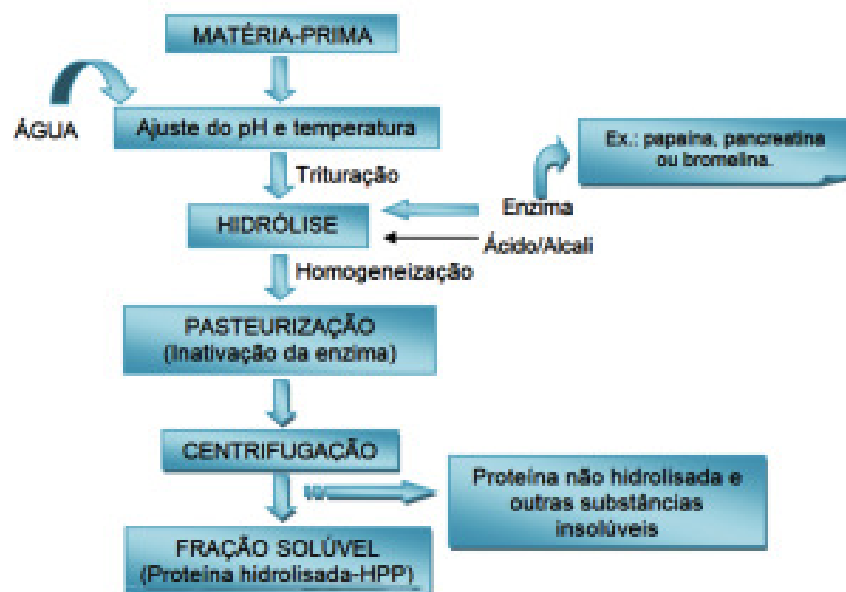


Figura 10. Fluxograma de obtenção do Hidrolisado Proteico de Pescado (HPP).

## Silagem de pescado

Uma alternativa viável para o resíduo de pescado é sua destinação para a fabricação da silagem, originando um produto de fácil elaboração e que não exige alto investimento. A silagem de pescado é uma forma de hidrolisado de pescado e apresenta-se como alternativa de baixo custo para o aproveitamento de resíduos por não empregar equipamentos caros e grandes custos energéticos.

Constitui-se de um produto liquefeito obtido da ação de ácidos ou por fermentação microbiana de peixes inteiros ou do resíduo do beneficiamento de pescado. Assim, a silagem, a partir do pescado inteiro ou do material residual, pode ser obtida pela ação de ácidos (silagem química), por fermentação microbiana induzida por carboidratos (silagem microbiológica) ou por enzimas selecionadas para acelerar o processo hidrolítico (silagem enzimática).

A liquefação é conduzida pela atividade de enzimas proteolíticas, naturalmente presentes nos peixes ou adicionadas a fim de acelerar o processo (silagem enzimática).

O grau de hidrólise proteica e de oxidação lipídica são considerados indicadores da qualidade da silagem. Os lipídios de pescado contêm quantidades elevadas de ácidos graxos insaturados, susceptíveis à oxidação. Essa reação pode ser retardada pela adição de antioxidantes que atuam rompendo a cadeia de radicais livres ou decompondo os peróxidos que se formam (ARRUDA et al., 2007).

Para o preparo da silagem química, a matéria-prima, deve se apresentar preferencialmente, em pequenos pedaços ou triturada. A seguir, adiciona-se a solução ácida para permitir sua ação até a liquefação. Normalmente, trabalha-se com temperatura ambiente; o tempo decorrente da estocagem desse sistema levará às modificações bioquímicas desejadas.

É importante revolver a mistura para que ocorra homogeneização entre os componentes, resíduos e o ácido, uma vez que partes do material sem tratamento podem entrar em putrefação. Após a mistura inicial, o processo de hidrólise inicia-se naturalmente e o revolvimento diário proporciona a uniformidade desejada. O fluxograma para obtenção da silagem é apresentado na Figura 11.

A silagem deve ser elaborada apenas com resíduo do processamento ou com peixes que não atingiram tamanho para a comercialização. O material deve ter sua qualidade mantida, ou seja, não deve estar em processo de decomposição. O tratamento do resíduo deve ser imediato, assim que é escoado das mesas processadoras; entretanto, se o processo de obtenção da silagem não for imediato, o material deve ficar sob temperatura de refrigeração por no máximo 24 horas.

A massa homogeneizada deve ser distribuída em tanques, em unidades de volume conhecido, que receberão uma solução ácida, por exemplo, ácidos propiônico e fórmico, na proporção 1:1, para promover autólise e abaixamento de pH do material.

A escolha da solução ácida depende da disponibilidade, custos e acessibilidade aos ácidos pelo produtor, podendo ser alterada em função dessas características locais. O ácido cítrico e o fosfórico são boas opções como agentes acidificantes.

Os tanques podem ser mantidos a temperatura ambiente e o controle do pH deve ser feito, diariamente, sendo mantido próximo de 4.

A silagem pode ser utilizada após uma semana e tem validade de estocagem de um mês, apresentando composição semelhante à da matéria-prima utilizada e alta digestibilidade, com presença integral dos aminoácidos constituintes do pescado.

Se a estocagem se estender por um período maior que um mês, os aminoácidos e os lipídios passam a sofrer alterações, o que constitui ponto crítico nutricional.

Técnicas para remoção do óleo presente e a adição de antioxidantes promovem aumento da estabilidade da silagem. A oxidação dos lipídios presentes pode causar perdas nutricionais. Uma forma simples é centrifugar a silagem e depois retirar o óleo sobrenadante.

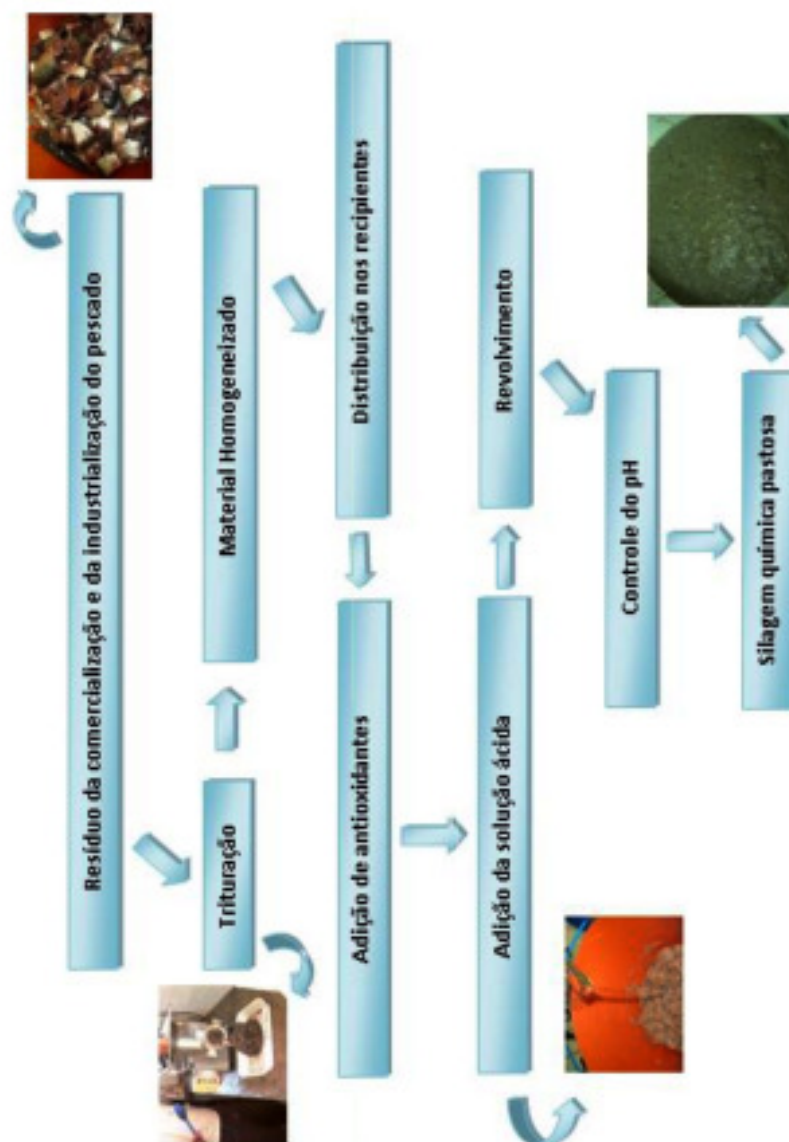


Figura 11. Fluxograma para obtenção de silagem.

## Considerações finais

O apreciável volume de resíduos torna-se um problema crucial que interfere na certificação da cadeia produtiva do pescado cultivado. Em razão da forma como está sendo disposto, esse material é rapidamente degradado pela ação bacteriana, limitando as possibilidades para elaboração de coprodutos e aumentando os riscos de contaminação do ambiente.

A coleta seletiva dos resíduos das diferentes etapas, seu correto armazenamento e a utilização como matéria-prima para outros processos são, no entanto, práticas passíveis de serem conduzidas nas agroindústrias que beneficiam o pescado, particularmente os provenientes de cultivo, caso da tilápia. O aproveitamento dos resíduos da cadeia produtiva promove a ecoeficiência aliada à lucratividade do agronegócio.

Aparas e descartes comestíveis devem ser utilizados para produção de *minced*, concentrados proteicos e farinhas de peixe apropriadas para consumo humano. Porém, o material que não possui qualidade sensorial – como vísceras e cabeças – para um destino nobre pode ser utilizado para produção de silagem ácida de pescado e ser utilizado como fertilizante ou ingrediente para ração animal em dietas para a aquicultura.

O hidrolisado proteico é considerado um produto de maior valor agregado do que a silagem. Por envolver enzimas específicas em sua produção, é possível ter uma maior padronização das condições do coproduto. Porém, apresenta maior necessidade de controle durante as etapas de produção.

A silagem não deve ser considerada, na alimentação animal, como um produto competidor com a farinha de peixe. No entanto, como nem sempre a farinha pode suprir a demanda de uso para ração e em virtude do crescente aumento de resíduos da industrialização do pescado, a silagem aparece como vantajosa proposta, inclusive em nível de pequenas unidades comerciais. A silagem pode substituir, parcialmente, fontes convencionais de proteína, ou ser utilizada como palatabilizante.



As vantagens para a produção de silagem sobre a produção de farinha de pescado são as seguintes: tecnologia simples, independência em relação à escala, investimento de pequeno capital, problemas reduzidos de odor e efluentes, independência em relação ao clima, possibilidade de produção a bordo dos barcos, rapidez do processo em regiões de clima tropical e utilização do produto no local. No entanto, as desvantagens também devem ser consideradas: é um produto volumoso, de difícil transporte e estocagem; em alguns casos, por conta do alto teor de gordura de algumas espécies de pescado, o produto final pode ter qualidade inferior.

Estudos em andamento buscam avaliar a viabilidade de utilização de material com maior período de estocagem para elaboração de fertilizante.

Silagens químicas, microbiológicas e enzimáticas, além de óleo de pescado, foram desenvolvidas pelos pesquisadores da ESALQ/USP, com base no resíduo de plantas processadoras de pescado e utilizados na alimentação de peixes cultivados. A silagem pode ser utilizada como fonte proteica em ração de alevinos de várias espécies de peixes.

## Referências

- ALFARO, J. A.; RÁBADE, L. A. Traceability as a strategic tool to improve inventory management: A case study in the food industry. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 118, n. 1, p. 104-110, Mar. 2009.
- ANGELINI, M. F. C. **Desenvolvimento do produto de conveniência Quenelle de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2010. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 40 de 21 mar. 2001**. Aprova o regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embalados. Brasília, DF, 2001. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/40\\_01rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/40_01rdc.htm)>. Acesso em: 01 jan. 2009.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Gerência Nacional de Alimentos. **Rotulagem nutricional obrigatória**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/rotulo/manual\\_industria.pdf](http://www.anvisa.gov.br/rotulo/manual_industria.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2010.
- ARRUDA, L. F. de; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Use of fish waste as silage: a review. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 5, p. 879-886, 2007.
- ARRUDA, L. F. de; BORGHESI, R.; PORTZ, L.; CYRINO, J. E. P.; OETTERER, M. Fish silage in black bass (*Micropterus salmoides*) feed as an alternative to fish meal. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 5, p. 1261-1266, 2009.
- AYROZA, L. M. S. Manejo e tratamento pós-colheita de peixes de água doce destinados à salga e defumação. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE SALGA E DEFUMAÇÃO DE PESCADO, 1995, Guarujá. **Anais...** Campinas: ITAL, 1995. p. 25-50.
- BARBOSA NETO, G. E.; CAMPOS, A. A. S. **Mobile payment - estudo comparativo entre tecnologias de transações eletrônicas via dispositivos móveis**. 2008. 93 f. Monografia (Bacharelado em Informática) - Universidade Católica de Salvador, Salvador. Disponível em: <[http://info.ucsal.br/banmon/Arquivos/Mono\\_040609.pdf](http://info.ucsal.br/banmon/Arquivos/Mono_040609.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2010.

BECHINI, A.; CIMINO, M. G. C. A.; LAZZERINI, B.; MARCELLONI, F.; TOMASI, A. A general framework for food traceability. In: SYMPOSIUM ON APPLICATIONS AND THE INTERNET (SAINT-W'05), 2005, Trento. **Proceedings...** Piscataway, NJ: IEEE, 2005. p. 366-369.

BIATO, D.O. **Detecção e controle do off flavor em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), por meio de depuração e defumação.** 2005. 105 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

BLISKA, F. M. de M. Importância do desenvolvimento tecnológico para sobrevivência da agroindústria. **TecnoCarnes**, Campinas, v. 7, n. 6, p. 46-47, nov./dez. 1997.

BORGHESI, R.; ARRUDA, L. F.; OETTERER, M. Fatty acid composition of acid, biological and enzymatic fish silage. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 26, n. 2, p. 205-212, jul./dez. 2008.

BORGMEIER, I; WESTENHOEFER, J. Impact of different food label formats on healthiness evaluation and food choice of consumers: a randomized-controlled study. **BMC Public Health**, London, v. 9, n. 184, p. 1-12, 2009.

BORRESEN T. Traceability in the fishery chain to increase consumer confidence in fish products-application of molecular biology techniques. In: TRANS ATLANTIC FISHERIES TECHNOLOGY CONFERENCE - TAFT 2003, 1.; WEFTA MEETING, 33., 2003, Reykjavik, Iceland . **Proceedings...** Reykjavik: The Icelandic Fisheries Laboratories, 2003. p. 180-184.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. Digestibilidade aparente da energia e proteínas das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da Corvina (*Plagioscion squamosissimu*) e farinha integral do Camarão Canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 8-13, 2004.

BOYD, C.E. Pond water aeration systems. **Aquacultural Engineering**, London, v. 18, n. 1, p. 9-40, July 1998.

BRANCO, S. M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária.** 3. ed. São Paulo: CETESB: ASCETESB, 1986. 395 p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Consumo per capita aparente de pescado no Brasil, 1996-2009**: o brasileiro está comendo mais pescado. [Brasília, DF], 2010b. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/docs/folder%20consumo%20de%20pescado%202009%202.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2010.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. *Produção pesqueira e aquícola, estatística 2008/2009*. Brasília, DF, 2010a. 37 p. Disponível em: <[www.mpa.gov.br](http://www.mpa.gov.br)>. Acesso em: 29 set. 2010.

CÂMARA, M. C. C.; MARINHO, C. L. C.; GUILAM, M. C.; BRAGA, A. M. C. B. A produção acadêmica sobre a rotulagem de alimentos no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, Washington, DC, v. 23, n. 1, p. 52-58, 2008.

CARTASEGNA, D.; CITO, A.; CONSO, F.; DONIDA, A.; GRASSI, M.; MALVASI, L.; RESCIO, G.; MALCOVATI, P. Smart RFID-Label for monitoring the preservation conditions of food. In: MALCOVATI, P.; BASCHIROTTI, A.; D'AMICO, A.; NATALE, C. (Ed.). **Sensors and microsystems: AISEM 2009 proceedings**. New York: Springer, 2010. p. 381-385. (Lecture Notes in Electrical Engineering, v. 54).

CARVALHO, R. A. P. L. F. Implementação de sistemas de rastreabilidade na cadeia de produção de pescados. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PESCADO - SIMCOPE, 2., 2006, Santos. **Resumos...** Palmas: Universidade Federal do Tocantins, 2006. 6 p.

CELESTE R. K. Análise comparativa da legislação sobre rótulo alimentício do Brasil, Mercosul, Reino Unido e União Européia. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 217-223, 2001.

CEN WORKSHOP 8 - **Traceability of fish products - Specification on the information to be recorded in captured fish distribution chains**. Bruxelas: European Committee for Standardization, 2002. 40 p. TC WI :2002 (E). Disponível em: <[http://www.easonline.org/files/Tracefish\\_Standards\\_for\\_Farmed\\_Fish\\_Traceability.pdf](http://www.easonline.org/files/Tracefish_Standards_for_Farmed_Fish_Traceability.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2005.

CHAVES, F. M. van U. **O telemóvel como bilhete electrónico**. 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática e de Computadores) - Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

CLEMENTE, E. S. **A garantia da segurança dos alimentos perecíveis no setor supermercadista**. 2003. 279 f. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE RASTREABILIDADE DE ALIMENTOS, 1.; SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO SEGURANÇA SANITÁRIA ANIMAL, 1., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: FEALQ, 2004. 266 p.

CONNELL, J. J. **Control of fish quality**. 2. ed. Surrey: Fishing News, 1975. 179 p.

FAO. **The State of world fisheries and aquaculture** - 2008 (SOFIA). Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Department, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/011/i0250e/i0250e00.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

FITZSIMMONS, K. Panorama do mercado mundial da tilápia. **Revista Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 111, p. 54-55, 2009.

GOMENSORO, M. L. **Pequeno dicionário de gastronomia**. Rio de Janeiro: Objetiva, 1999. 423 p.

GRIMM, C. C.; LLOYD, S. W.; ZIMBA, P. V. Instrumental versus sensory detection of off-flavors in farm-raised channel catfish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 236, n. 1/4, p. 309-319, 2004.

HOFFMANN, R.; LEONI, E. T. Participação da mulher no mercado de trabalho e desigualdade da renda domiciliar per capita no Brasil: 1981-2002. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p. 35-58, maio/ago. 2004. Disponível em: <<http://www.face.ufmg.br/novaeconomia/sumarios/v14n2/140202.pdf>>. Acesso em: 1 fev. 2011.

HSU, Y. C.; CHEN, A. P.; WANG, C. H. A RFID-enabled traceability system for the supply chain of live fish. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTOMATION AND LOGISTICS (ICAL 2008), 2008, Qingdao. **Proceedings...** Piscataway: IEEE, 2008. p. 81-86.

ISO. **Quality management and quality assurance: vocabulary**. Geneva: ISO, 1994. 59 p. (International Standard ISO, 8402).

KAN, T. W.; TENG, C. H.; CHOU, W. S. Applying QR code in augmented reality applications. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL REALITY CONTINUUM AND ITS APPLICATIONS IN INDUSTRY - VRCAI '09, 8., 2009, Yokohama. **Proceedings...** New York, NY: ACM, 2009. p. 253-257.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. São Paulo: Degaspari, 2000. 289 p.

LIU, J. **Investigation on traceability of fish products in Iceland: a traceability study for fish processing industry in China; final project 2005**. Reykjavik, Iceland: United Nations University. Fisheries Training Programme, 2005. 56 p.

MACIEL, E. da S. **Perspectiva do consumidor perante produto proveniente da cadeia produtiva de tilápia do Nilo rastreada (*Oreochromis niloticus*): consumo de pescado e qualidade de vida**. 2011. 304 f. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura e no Meio Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARENGONI, N. G.; POZZA, M. S. dos S.; BRAGA, G. C.; LAZZERI, D. B.; CASTILHA, L. D.; BUENO, G. W.; PASQUETTI JÚNIOR, T.; POLESE, C. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de fishburgers de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 1, p. 168-176, jan./mar. 2009. Disponível em: <<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/978/774>>. Acesso em: 03 jan. 2011.

MARTIN, R. E. Seafood products-technology and research in the US. **Food Technology**, Chicago, v. 42, n. 3, p. 58-62, 1988.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 200 p.

PÁDUA, H. B. **Sabores e odores em sistemas aquáticos**. São Paulo: UNIB, 1994. v. 2, p. 84-86.

RANDRUP, M.; STORØY, J.; LIEVONEN, S.; MARGEIRSSON, S.; ÁRNASON, S. V.; ÓLAVSSTOVU, D. Í; MØLLER, S. F.; FREDERIKSEN, M. T. Simulated recalls of fish products in five Nordic countries. **Food Control**, Oxford, v. 19, n. 11, p. 1064-1069, Nov. 2008.

REGATTIERI, A.; GAMBERI, M.; MANZINI, R. Traceability of food products: general framework and experimental evidence. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 81, n. 2, p. 347-356, 2007.

- REINECCIUS, G. A. Symposium on meat flavor off-flavors in meat and fish: a review. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 1, p. 12-24, Jan. 1979.
- RUIVO, U. E. O plano HACCP na indústria pesqueira brasileira. **Revista Engenharia de Alimentos**, São Paulo, SP, v. 4, n. 19, p. 28-30, 1998.
- RUIZ-GARCIA, L.; STEINBERGER, G.; ROTHMUND, M. A model and prototype implementation for tracking and tracing agricultural batch products along the food chain. **Food Control**, Kidlington, v. 21, n. 2, p. 112-121, 2010.
- SAMPAIO, J. A. O. **Aproveitamento de pescado**. Porto Alegre: EMATER/RS: ASCAR, 2005. 39 p.
- SAMS, A. R. **Poultry meat processing**. Texas: CRC, 2001. 344 p.
- SAVAY-DA-SILVA, L. K. **Desenvolvimento do produto de conveniência: tilápia** (*Oreochromis niloticus*) refrigerada minimamente processada embalada a vácuo: padronização para a rastreabilidade. 2009. 324 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SCHRÖDER, U. Challenges in the traceability of seafood. **Journal of Consumer Protection and Food Safety**, Berlin, v. 3, n. 1, p. 45-48, Feb. 2008.
- SOCCOL, H.; OETTERER, M.; ROSA GALLO, C.; FILLET SPOTO, M. H.; OLIVEIRA BIATO, D. Effects of modified atmosphere and vacuum on the shelf life of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 7-15, jan./mar. 2005.
- SOUZA, M. L. R. **Tecnologia para processamento das peles de peixe**. Maringá: Eduem, 2004. 59 p. (Coleção Fundamentum, 11).
- THOMPSON, M.; SYLVIA, G.; MORISSEY, M. T. Seafood traceability in the United States: current trends, system design, and potential applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Malden, v. 4, n. 1, p. 1-7, Jan. 2005.
- TORLONI, C. E. C.; BRAGA, J. T.; REIS, M. A. G.; ANDRADE, M. O. de. Eliminação do sabor e do odor desagradáveis em tilápias do nilo (*Sarotherodon niloticus*) pelo processo de depuração. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 34, n. 5, p. 657-663, maio 1982.

TORRES, R. Inspeção do pescado: reflexo da busca pela qualidade. **Revista Aquicultura & Pesca**, São Paulo, SP, v. 1, n. 4, out. 2004.

TUPY, O. Importância econômica. In: ALENCAR, M. M. de; POTT, E. B. (Ed.). **Criação de bovinos de corte na região Sudeste**. Dourados: Embrapa Pecuária Sudeste, jul. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteRegiaoSudeste/importancia.htm>>. Acesso em: 4 jan. 2009.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. São Paulo, SP: Instituto de Pesca, out. 2006. Disponível em: <[ftp://ftp.sp.gov.br/ftpcesca/producao\\_caracterizacao.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftpcesca/producao_caracterizacao.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2010.

VITALI, A. A. Novas tendências em processamento de alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 15-16, jan./jun. 1997.

WIEFELS, R.; PEREIRA, G.; MARQUEZ ESCUDERO, H.; AYALA, M. **Present and future markets for fish and fish products from small scale fisheries in Latin America**: with a special attention to the cases of Mexico, Peru and Brazil; final document. Roma: INFOPECA: FAO, 2005. 33 p. Disponível em: <<http://www.infopesca.org/sites/default/files/complemento/publilibreacceso/271/art13.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

YORDANOV, D.; ANGELOVA, G. Identification and traceability of meat and meat products. **Biotechnology and Biotechnological Equipment**, Bulgária, v. 20, n. 1, p. 3-8, 2006.

ZAVAREZE, E. da R.; SILVA, C. M.; SALAS-MELLADO, M.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Funcionalidade de hidrolisados protéicos de cabrinha (*Prionotus punctatus*) obtidos a partir de diferentes proteases microbianas. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 7, p. 1739-1742, 2009.